



Contrôle de la fluorescence d'une molécule unique par une nano-antenne optique

Spécialité Optique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [SPEC/LEPO](#)

Candidature avant le 01/08/2023

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [VASSANT Simon](#)
+33 1 69 08 95 97
simon.vassant@cea.fr

Résumé

L'objectif du stage est de mesurer l'influence d'une nano-antenne sur la fluorescence d'une molécule unique. L'expérience consiste à approcher la nano-antenne de manière contrôlée à l'aide d'un microscope à force atomique, tout en mesurant l'émission de photons de fluorescence. L'étudiant.e effectuera donc un travail principalement expérimental, sur un banc expérimental dédié, allant de la fabrication des pointes aux mesures optiques et à l'analyse des données.

Sujet détaillé

L'équipe d'accueil est le groupe Nanophotonique du CEA/SPEC/LEPO. Pour les besoins de ses recherches, le groupe a développé un savoir-faire important dans le couplage de mesures optiques avec des microscopies à sondes locales. L'équipe dispose ainsi de plusieurs bancs expérimentaux de ce type, fonctionnant à l'air ou sous ultraviolet, permettant des mesures en optique linéaire et non-linéaire de nano-objets, et le développement de nouvelles méthodes de microscopies optiques à sonde active ... Dans le cadre du projet ANR PlasmonISC (2020-2024), nous nous intéressons aux propriétés d'émission de fluorescence de molécules uniques en présence d'une nano-antenne.

L'objectif de ce projet est d'obtenir des mesures quantitatives des propriétés photophysiques d'une même molécule unique (temps de vie, taux d'excitation, taux de croisement inter-système...), en présence et en l'absence de la nano-antenne. Ces mesures expérimentales quantitatives serviront de base pour la compréhension théorique de l'interaction molécule-antenne.

Le laboratoire possède un banc de mesure optique, dédié à ce projet qui permet une large variété de mesures optiques (fluorescence, Raman, diffusion, comptage de photons, mesure de fonction de corrélation (Hanbury-Brown-Twiss), diagramme d'émission...).

Nous travaillons sur un système moléculaire simple à préparer, où les molécules fluorescentes sont insérées dans une matrice organique de faible épaisseur (20-30 nm). Pour amener l'antenne à proximité de la molécule, nous avons opté pour la microscopie à force atomique, qui permet un positionnement nanométrique de l'antenne par rapport à la molécule. Nous finalisons actuellement une campagne de mesure en utilisant comme antenne une fibre optique étirée.

Cette pointe en verre nous a permis d'observer de large effets sur la fluorescence.

Dans le cadre du stage, l'étudiant.e devra mener un travail principalement expérimental, qui consiste à étudier l'influence d'autres types d'antennes (plasmoniques, magnétiques, diélectriques). Le travail portera sur la fabrication des pointes (le laboratoire dispose pour cela d'une salle blanche, permettant des techniques avancées de nano-fabrication), la préparation des échantillons et les caractérisations optiques de molécules uniques avec et sans antenne. Elle/Il participera activement au dépouillement et à l'analyse des résultats.

Ce stage sera l'opportunité pour apprendre des techniques avancées de microscopie optique, des concepts de nanophotonique à l'interface avec la mécanique quantique, des techniques de microscopie à force atomique, ainsi que des compétences de nano-fabrication en salle blanche.

La poursuite en thèse est possible sous réserve d'un financement (CEA, école doctorale, ...).

Mots clés

Microscopie à force atomique, photon unique, fluorescence, spectroscopie, nanophotonique

Compétences

Microscopie optique Spectroscopie Microscopie à force atomique Fonctionnalisation chimique Nanofabrication Salle blanche Microscopie électronique

Logiciels

Python

Control of a single molecule fluorescence by an optical nano-antenna

Summary

The objective of the internship is to measure the influence of a nano-antenna on the fluorescence of a single molecule. The experiment consists in approaching the nano-antenna in a controlled way with an atomic force microscope, while measuring the emission of fluorescence photons. The student will perform a mainly experimental work, on a dedicated experimental bench, from the fabrication of the tips to the optical measurements and the data analysis.

Full description

The host team is the Nanophotonics group of CEA/SPEC/LEPO. For the needs of its research, the group has developed an important expertise in the coupling of optical measurements with local probe microscopies. The team has several experimental benches of this type, operating in air or under ultra-high vacuum, allowing linear and non-linear optical measurements of nano-objects, and the development of new methods of optical microscopy with active probes... In the framework of the ANR PlasmonISC project (2020-2024), we are interested in the fluorescence emission properties of single molecules in the presence of a nano-antenna.

The objective of this project is to obtain quantitative measurements of the photophysical properties of a single molecule (lifetime, excitation rate, inter-system crossing rate...), in the presence and absence of a nano-antenna. These quantitative experimental measurements will serve as a basis for the theoretical understanding of the molecule-antenna interaction.

The laboratory has an optical measurement bench, dedicated to this project, which allows a wide variety of optical measurements (fluorescence, Raman, scattering, photon counting, correlation function measurement (Hanbury-Brown-Twiss), emission diagram...).

We are working on a molecular system that is simple to prepare, where we insert fluorescent molecules in a thin organic matrix (20-30 nm). To bring the antenna close to the molecule, we opted for atomic force microscopy, which allows a nanometric positioning of the antenna with respect to the molecule. We are currently finalizing a measurement campaign using a pulled optical fiber as an antenna. This glass tip allowed us to observe large effects on fluorescence.

In the framework of the internship, the student will have to carry out a mainly experimental work, which consists in studying the influence of other types of antennas (plasmonic, magnetic, dielectric). The work will focus on the fabrication of the tips (the laboratory has a clean room for this purpose, allowing advanced nano-fabrication techniques), the preparation of samples and optical characterizations of single molecules, with and without antenna. She/he will actively participate in the analysis of the results.

This internship will be an opportunity to learn advanced optical microscopy techniques, nanophotonics concepts at the interface with quantum mechanics, atomic force microscopy techniques, as well as clean room nano-fabrication skills.

A follow-up PhD is possible, under reserve of a financing (CEA, doctoral school, ...).

Keywords

Atomic force microscopy, single photon, fluorescence, spectroscopy, nanophotonics

Skills

Optical microscopy Spectroscopy Atomic force microscopy Chemical functionalization Nanofabrication Clean room Electron microscopy

Softwares

Python